

(51) Int. Cl.⁵

識別記号

F I

B 6 0 L 11/16

B 6 0 L 11/16

7/22

7/22

G

11/02

11/02

G

11/18

11/18

A

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平8-254313

(71) 出願人 000000099

石川島播磨重工業株式会社

東京都千代田区大手町 2 丁目 2 番 1 号

(22) 出願日 平成 8 年 (1996) 9 月 26 日

(72) 発明者 古賀 実

東京都江東区豊洲三丁目 1 番 15 号 石川島

播磨重工業株式会社東二テクニカルセンタ

ー内

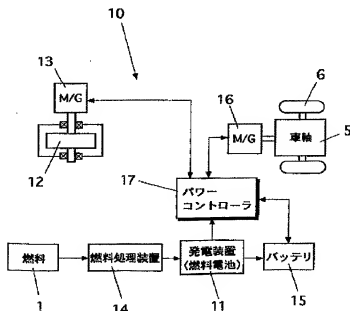
(74) 代理人 弁理士 堀田 実 (外 1 名)

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド型電気自動車

(57) 【要約】

【課題】 余剰電力をフライホイールに貯蔵し、高速走行時にはこのフライホイールから電力を補充することにより必要電力を軽減し、これによりコンパクト化と最高効率での発電装置の作動を両立させることができるハイブリッド型電気自動車を提供する

【解決手段】 フライホイール 12 を回転駆動又はこれにより発電するフライホイール駆動発電機 13 と、車軸 5 を回転駆動又はその制動により発電する車軸駆動発電機 16 と、始動時の電気エネルギーを貯蔵するバッテリー 15 と、駆動用電気を発電する発電装置 11 (好ましくは燃料電池) と、フライホイール駆動発電機及び車軸駆動発電機を制御するパワーコントローラ 17 と、を備え、パワーコントローラにより、車両駆動電力が発電装置の発電出力より大きい場合にはフライホイール駆動発電機により発電し、車両駆動電力が発電出力より小さい場合及び車両制動時には余剰電力及び制動時の発電電力によりフライホイールにエネルギーを貯蔵する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フライホイールを備えたハイブリッド型電気自動車であって、

フライホイールを回転駆動しかつフライホイールの回転により発電するフライホイール駆動発電機と、車軸を回転駆動しかつ車軸の制動エネルギーにより発電する車軸駆動発電機と、始動時の電気エネルギーを貯蔵するバッテリーと、車軸駆動発電機を回転駆動する電気を発電する発電装置と、フライホイール駆動発電機及び車軸駆動発電機を制御するパワーコントローラと、を備え、
該パワーコントローラにより、車両駆動電力が発電装置の発電出力より大きい場合にはフライホイール駆動発電機により発電し、車両駆動電力が発電出力より小さい場合及び車両制動時には余剰電力及び制動時の発電電力によりフライホイールにエネルギーを貯蔵する、ことを特徴とするハイブリッド型電気自動車。

【請求項2】 前記発電装置は燃料電池である、ことを特徴とする請求項1に記載のハイブリッド型電気自動車。

【請求項3】 前記パワーコントローラは、直流を交流に変換する変換機能と周波数変換機能等とを有する、ことを特徴とする請求項1に記載のハイブリッド型電気自動車。

【請求項4】 前記フライホイールは、炭素繊維強化プラスチック、ガラス繊維強化プラスチック、又はkevlar強化プラスチックであり、かつ該フライホイールは、真空中に減圧された気密容器内に格納されている、ことを特徴とする請求項1に記載のハイブリッド型電気自動車。

【請求項5】 前記燃料電池は、固体高分子型燃料電池又はリン酸型燃料電池であり、該燃料電池の燃料は、メタノール、エタノール、ブタン等の液体炭化水素及び圧縮炭化水素ガスである、ことを特徴とする請求項2に記載のハイブリッド型電気自動車。

【請求項6】 プレート型の改質器及びシフトコンバータを備える、ことを特徴とする請求項2に記載のハイブリッド型電気自動車。

【請求項7】 前記燃料電池、改質器、及びシフトコンバータは、一体に積層されている、ことを特徴とする請求項6に記載のハイブリッド型電気自動車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、フライホイールを用いたハイブリッド型電気自動車に関する。

【0002】

【従来の技術】自動車用原動機はオート及びディーゼル内燃機関が主流であり、コンパクトであるが、排ガス中のNOx、微粒子及びCOガスの規制の観点から電気自動車等のZEV (Zero Emission Vehicle) の出現が期待されている。ZEVの一例として、燃料電池自動車及び

2

蓄電池を搭載したバッテリー車の開発が強力に推進されている。なお、かかる燃料電池を原動機とする自動車の開発では、排気ガス規制が厳しい米国が先行している。

【0003】図7はマイクロバス用固体高分子型燃料電池の概略外形図である。この燃料電池は、水素吸蔵合金を用いたものであり、車両種類：マイクロバス、車両重量：5トン、出力：20KW (60Km/h走行時)、90KW (120Km/h走行時)、走行距離：300Km、燃料：水素という基本仕様を有している。なおこの図は、燃料として水素吸蔵合金からの水素を利用し、外形寸法を現在開発中の固体高分子型燃料電池の現状性能値を基に算出したものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】図7から、現状の燃料電池では外形寸法が非常に大きくなるため燃料電池を用いた自動車の商品化は極めて難しいことがわかる。燃料電池システムの外形寸法が大きくなる理由は、電池性能がいまだ開発途上であることに加えて、燃料電池の要求出力が最高走行速度時に必要な動力で決定されていることによる。

【0005】言い換えれば、燃料電池を自動車用原動機として採用する場合の問題点は、定常走行時及び最高走行速度時に必要な動力差が極めて大きいため、最高走行速度時の動力に燃料電池出力を合致させると燃料電池の占有スペースが大きくなり過ぎると共に、頻繁に過負荷運転となるため発電効率が低下し、かつ発電と同時に発生する熱除去の問題が生じる。

【0006】図8は固体高分子型燃料電池の一般的電池性能を示している。電池のコンパクト化を図るために、一般的に大きな電流密度を採用するが、このため平衡状態(OCV)より解離する中で電池ロス(電池損失)が大きくなり、電池の発電効率が低下する。従って、この矛盾を克服するためには、燃料電池の要求出力を小さくする必要がある。

【0007】一方、バッテリー車は蓄電池の電気エネルギーを電動機で機械エネルギーに変換するため、電動機のコンパクト性の問題は少ないが、バッテリーとして鉛蓄電池を使用する場合は、1回の充電に130Kmから160Km程度しか走行できずかつ充電に長時間を要する。また、複数の電池を直列に接続して大きな電圧を得ているが、均一な性能の電池を得ることが難しく、過充電、過放電の問題があり、充放電の繰り返し回数に制約がある。

【0008】本発明は上述した種々の問題点を解決するために創案されたものである。すなわち、本発明の目的は、要求される電力を低減かつ平滑化することができるハイブリッド型電気自動車を提供することにある。また、本発明の別の目的は、余剰電力をフライホイールに貯蔵し、高速走行時にはこのフライホイールから電力を補充することにより必要電力を軽減し、これによりコン

3

パクト化と最高効率での発電装置の作動を両立させることができる。発電装置とフライホイールとをハイブリッド化した電気自動車を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、フライホイールを備えたハイブリッド型電気自動車であって、フライホイールを回転駆動しかつフライホイールの回転により発電するフライホイール駆動発電機と、車軸を回転駆動しかつ車軸の制動エネルギーにより発電する車軸駆動発電機と、始動時の電気エネルギーを貯蔵するバッテリーと、車軸駆動発電機を回転駆動する電気を発電する発電装置と、フライホイール駆動発電機及び車軸駆動発電機を制御するパワーコントローラと、を備え、該パワーコントローラにより、車両駆動電力が発電装置の発電出力より大きい場合にはフライホイール駆動発電機により発電し、車両駆動電力が発電出力より小さい場合及び車両制動時には余剰電力及び制動時の発電電力によりフライホイールにエネルギーを貯蔵する、ことを特徴とするハイブリッド型電気自動車を提供される。

【0010】上記本発明の構成によれば、パワーコントローラにより、車両駆動電力が発電装置の発電出力より大きい場合にはフライホイール駆動発電機により発電し、車両駆動電力が発電出力より小さい場合及び車両制動時には余剰電力及び制動時の発電電力によりフライホイールにエネルギーを貯蔵するので、余剰電力及び制動時の発電電力をフライホイールに貯蔵し、高速走行時にはこのフライホイールから電力を補充することにより必要電力を軽減し、これにより発電装置の負荷電力を軽減し、発電装置を含む駆動系をコンパクト化することができ、併せて常時、最高効率で発電装置を作動させることができる。

【0011】本発明の好ましい実施形態によれば、前記発電装置は燃料電池である。燃料電池を発電装置として用いることにより、低公害かつ高効率に発電することができる。なお、この発電装置は、内燃機関と発電機の組み合わせであってもよい。また、前記パワーコントローラは、直流を交流に変換する変換機能と周波数変換機能等を有する。この構成により、フライホイール駆動発電機、車軸駆動発電機及び発電装置に直流装置又は交流装置を用いることができ、小型化、高性能化を図ることができる。

【0012】前記フライホイールは、炭素繊維強化プラスチック、ガラス繊維強化プラスチック、又はk e r強化プラスチックであり、かつ該フライホイールは、真空中に減圧された気密容器内に格納されている。この構成により、フライホイールを軽量化しその貯蔵エネルギー密度を高めると共に、フライホイールの風損を大幅に低減することができる。

【0013】前記燃料電池は、固体高分子燃料電池又はリン酸型燃料電池であり、該燃料電池の燃料は、メタノ

4

ール、エタノール、ブタン等の液体炭化水素及び圧縮炭化水素ガスである、ことが好ましい。かかる作動温度の低い燃料電池を用いることにより、燃料電池の起動時間を短縮することができる。また、かつ液体燃料を用いるので、単位体積当たりの貯蔵エネルギーを高めることができる。なお、水素吸蔵金属、圧縮水素を用いてもよい。

【0014】また、プレート型の改質器及びシフトコンバータを備えることが好ましい。かかるプレート型反応器を用いることにより、装置のコンパクト化を図ることができる。また、前記燃料電池、改質器、及びシフトコンバータを一体に積層する、ことが好ましい。この構成により、装置全体のコンパクト化を更に図ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において、共通する部分には同一の符号を付して使用する。自動車の走行抵抗は、①コロガリ抵抗、②空気抵抗、③勾配抵抗、④加速抵抗から構成される。また、特に、平地走行の場合、は、コロガリ抵抗、空気抵抗、加速抵抗のみとなる。これらの走行抵抗のうち、加速抵抗が最も大きく、以下、空気抵抗、コロガリ抵抗の順となる。従って、加速時のエネルギーの一部を燃料電池以外から供給できれば、自動車用燃料電池に要求される出力を低減することができる。本発明はかかる知見に基づくものであり、更に具体的には、フライホイールを用い、フライホイールに貯蔵されたエネルギーを車両加速エネルギーに活用すること、及び車両の制動エネルギーをフライホイールに貯蔵し有効活用することを図ったものである。

【0016】図1は、本発明によるハイブリッド型電気自動車の全体ブロック図である。この図に示すように、本発明のハイブリッド型電気自動車10は、発電装置11、フライホイール12、フライホイール駆動発電機13、車軸駆動発電機16、バッテリー15、燃料処理装置14、及びこれらを制御するパワーコントローラ17を備えている。また、本発明の電気自動車10は、更に、車軸5及び駆動輪6を備えている。車軸5〜駆動輪6までの駆動系は、ガソリンエンジン又はディーゼルエンジンを用いた従来の自動車と同様である。さらに、車軸駆動発電機16は、左右のタイヤに内蔵し、車両の操縦性能を改善することも考えられる。また、発電電池11〜パワーコントローラ17は、従来のエンジンに代わる原動機に相当する。なお、この図では燃料タンクである。

【0017】発電装置11は、この例では燃料電池であり、車軸駆動発電機16を回転駆動する電気を発電する。また、この燃料電池は、固体高分子燃料電池又はリン酸型燃料電池であり、該燃料電池の燃料は、メタノール、エタノール、ブタン等の液体炭化水素及び圧縮炭化水素ガスである、ことが好ましい。フライホイール駆動発電機13は、フライホイールを回転駆動しかつフライ

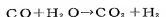
ホイールの回転により発電する電動機兼発電機（以下、M/G装置という）である。また、車軸駆動発電機16も、車軸を回転駆動しかつ車軸の制動エネルギーにより発電するM/G装置である。具体的M/G装置としては、同期機、誘導機が考えられる。バッテリー15は、始動時に車軸駆動発電機16や燃料電池11等に必要な電気エネルギーを貯蔵する。

【0018】燃料処理装置14は、プレート型の改質器及びシフトコンバータを備え、燃料タンク1から供給される燃料（例えばメタン、メタノール等）を改質し水素を含む燃料に改質するようになっている。なお、燃料処理装置14を省略し、水素を直接燃料としてもよい。パワーコントローラ17は、直流を交流に変換する変換機能と周波数変換機能等とを有する。この構成により、フライホイール駆動発電機13、車軸駆動発電機16及び発電装置11に直流装置又は交流装置を用いることができ、小型化、高性能化を図ることができる。

【0019】このパワーコントローラ17は、フライホイール駆動発電機13及び車軸駆動発電機16を制御し、車両駆動電力が発電装置11の発電出力より大きい場合にはフライホイール駆動発電機13により発電して不足電力を補い、車両駆動電力が発電出力より小さい場合及び車両制動時には余剰電力及び制動時の発電電力によりフライホイールにエネルギーを貯蔵するようになっている。

【0020】上述した構成により、フライホイール1、自動車車軸5、燃料電池11の間のエネルギー伝達にはすべて電気でありとすることができ、従って、メカニカルな接続が不要となる。また、上述したように、自動車駆動システム（車軸5、車輪6等）の要求動力が燃料電池出力よりも大きい場合にはフライホイール駆動発電機13が発電機として機能し、パワーコントローラ17を経由して電気エネルギーを自動車駆動システムに供給する。逆に、燃料電池出力が自動車駆動システムの要求動力より大きい場合にはフライホイール駆動発電機13に余剰の電気エネルギーが供給され、M/G装置13が発電機として動作することにより、機械エネルギーとしてフライホイール12にエネルギーが貯蔵される。更に、自動車の制動時は車軸M/G装置が発電機として動作し、この電気エネルギーはパワーコントローラを介してフライホイールに機械エネルギーとして貯蔵される。

【0021】図2はフライホイールの機構図である。電動機からの機械エネルギーはフライホイール12の回転エネルギーとして貯蔵される。フライホイール12の回転エネルギーは、 $E = (1/2) \times I \omega^2$ の式であらわされる。ここで、Iはフライホイールの慣性モーメント、 ω はフライホイールの角速度（rad/s）である。従って、貯蔵する回転エネルギーEを増大させるためには、P*



【0022】固体高分子型燃料電池のCO許容濃度は白

*ライホイール回転数を増加させることが効果的であるが、フライホイールの強制的制約で回転数には上限値がある。

【0022】自動車用フライホイールの条件として自動車の積載荷重を低減することが必要であり、フライホイールの材質はエネルギー密度Wh/Kgが大きい、炭素繊維強化プラスチック、ガラス繊維強化プラスチック、又はkevlar強化プラスチック（kevlarは米国デュポン社の登録商標）、等であることが望ましい。また、フライホイールの周速は800～1200m/secが限界と考えられる。従って、フライホイールの回転エネルギーは風損によって時間とともに減衰するので、真空ポンプで減圧された気密容器内にフライホイールを格納する。また、軸受損失を低減するため、超伝導マグネットによる磁気軸受の採用も、燃料を液化燃料を用いる場合には特に有効である。

【0023】更に、自動車用燃料電池では起動時間が短いことが望まれるため、作動温度が低い固定高分子型燃料電池（60～100℃）及びリチウム酸型燃料電池（約200℃）が好ましい。特に、高電流密度（1A/cm²）での運転が可能であり、かつコンパクトな固体高分子型燃料電池が自動車用燃料電池として最も適している。

【0024】一方、これらの低温型燃料電池は燃料ガス中に含まれるCOガスによって被毒し電池性能が低下するので、炭素を含む燃料を使用する場合には、COを低減するために後述するシフトコンバータを備えるのがよい。

【0025】図3は固体高分子型燃料電池を用いた実施例を示す図である。なおこの図は、燃料が液体メタノールの場合を示している。燃料タンク1にはメタノールと水のモル混合比が例えば1:1.5であるような混合液が貯蔵されている。攪拌しなると各々の成分に分離するので、使用前には必ずポンプの戻し液でタンクを攪拌する。この一混合液はポンプで蒸発器21に送られ、改質器22の排気ガスからの熱を受け取って蒸発し、蒸発器21から改質器22へ送出される。改質器22のメタノール及び水蒸気からなる混合気体が通過する流路には銅一価鉛系の改質触媒が充填され、触媒燃焼器25からの高温排気ガスからの熱を受け取り、以下の改質反応（1）によりメタノールが水素及びCO₂に熱分解される。

【0026】



また、生成されたH₂とCO₂は以下のシフト反応

(2)によってCOが生成する。改質触媒の温度が250℃程度ではCO濃度は約1.0～0.5vol%である。



金電極を使用する場合、数ppm以下であり、白金-ル

テニウム電極を使用する場合は約100ppmである。従って、改質器22からの改質ガスはシフトコンバータ23、CO除去器24でCO濃度の低減化を図っている。シフトコンバータ23では改質ガスのシフト反応が発熱反応であるので空気で冷却している。改質器22及びシフトコンバータ23はコンパクト化を図るため、プレート型反応器を用いるのがよい。その構造を図9、図10に示す。

【0028】シフトコンバータ23の改質ガス中のCO濃度は0.5vol%程度であるので、CO除去器24ではこの改質ガスに空気を添加した後、ルテニウム

(Ru)系の触媒層を通すことによりCOのみを選択酸化してCO₂にしている。固体高分子型燃料電池11のアニード及びカソードには加温器27を介して改質ガス及び空気が流れている。改質ガス中の水素はアニード電極で水素イオンとなり、イオン交換膜を移動しカソード側で酸素と反応し水となる(図11参照)。

【0029】水素イオンがイオン交換膜を通過する間に数個の水分子を伴うので、イオン交換膜中の水分がなくなり水分を加湿してやる必要がある。アニード排ガス中には未反応水素が含まれているので、カソード排ガスとともに触媒燃焼器で燃焼された後、改質器の加熱源として使用される。固体高分子型燃料電池11は電気発生に伴い熱が発生するので、これを冷却水で除去する(図12参照)。冷却板は数セル毎に挿入されている。加熱された冷却水は冷却器26でカソード空気で冷却される。固体高分子型燃料電池11で発生した直流の電気エネルギーは車軸駆動発電機16及びフライホイール駆動電動機(電動機として作動する。図示せず)で消費されるが一部はバッテリー15に貯蔵される。なお、図3はメタノールを燃料とする場合を示しているが、プタン等の液化炭化水素を用いる場合も同様である。

【0030】図4は燃料を水素吸蔵合金28からの水素又は液体水素とした場合の固体高分子型燃料電池11の実施例を示す。この場合、COの被毒問題がないため、燃料供給システムは大幅に簡素化することができる。なお、水素吸蔵合金の場合には合金重量に対する水素吸蔵率wt%が現状の開発レベルでは約1wt%であり、車両積載量の軽減化を図るため、水素吸蔵率の大幅向上及び吸蔵-放出サイクル数の向上が開発課題となっている。従って、液体水素貯蔵については、保冷技術、貯蔵タンクの軽量化及び安全対策等の開発課題がある。

【0031】

【実施例】図5は日本電動車両協会が制定している10-15モード走行パターンであり、図6はこの走行パターンにおける本発明のハイブリッド型電気自動車の性能図である。図5及び図6から、10-15モードでマイクログリッドを走行させると、約60kwのピーク電力が必要であるが、フライホイール機構を設けることにより燃料電池の必要電力は、制動エネルギー回収率が0.50、

100%の場合、それぞれ7.4kw、5.3kw、3.2kwで良いことがわかる。

【0032】上述の説明では、発電装置が燃料電池である場合について主として説明したが、本発明はかかる実施形態に限定されず、発電装置を、内燃機関と発電機の組み合わせとしてもよい。また、本発明は上述した実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変更できることは勿論である。

【0033】

【発明の効果】上述したように、本発明のハイブリッド型電気自動車は、要求電力を低減かつ平滑化することができ、余剰電力をフライホイールに貯蔵し、高速走行時にはこのフライホイールから電力を補充することにより必要電力を軽減し、これによりコンパクト化と最高効率での発電装置の作動を両立させることができる、等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明によるハイブリッド型電気自動車の全体ブロック図である。

【図2】フライホイールの機構図である。

【図3】固体高分子型燃料電池の実施例である。

【図4】固体高分子型燃料電池の別の実施例である。

【図5】10-15モード走行パターン図である。

【図6】本発明のハイブリッド型電気自動車の性能図である。

【図7】90KW級固体高分子型燃料電池の外形寸法図である。

【図8】固体高分子型燃料電池の性能図である。

【図9】改質器の実施例である。

【図10】シフトコンバータの実施例である。

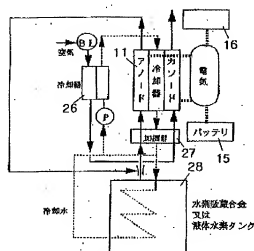
【図11】固体高分子型燃料電池の原理図である。

【図12】固体高分子型燃料電池の構造図である。

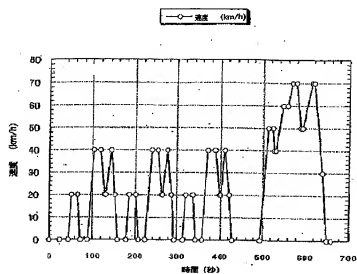
【符号の説明】

- 1 燃料タンク
- 5 車軸
- 6 駆動輪
- 10 ハイブリッド型電気自動車
- 11 発電装置(燃料電池)
- 12 フライホイール
- 13 フライホイール駆動発電機(M/G装置)
- 14 燃料処理装置
- 15 バッテリー
- 16 車軸駆動発電機(M/G装置)
- 17 パワーコントローラ
- 21 蒸発器
- 22 改質器
- 23 シフトコンバータ
- 24 CO除去器
- 25 触媒燃焼器
- 26 冷却器

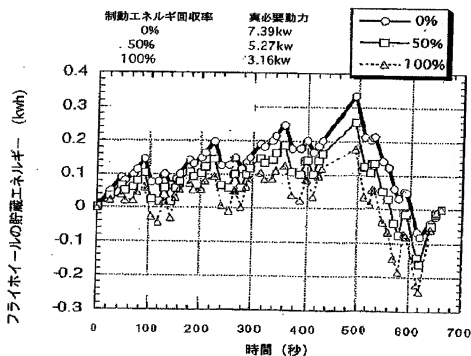
【図4】



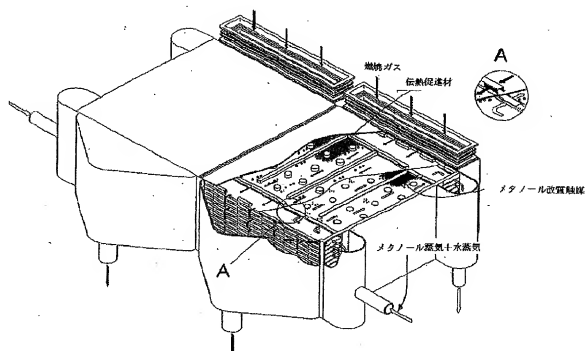
【図5】



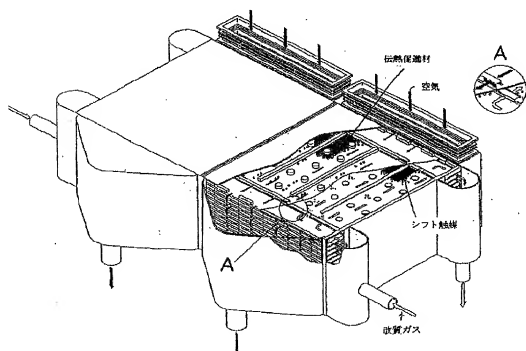
【図6】



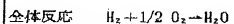
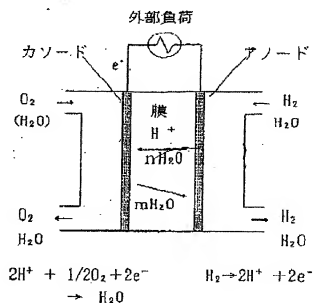
【図9】



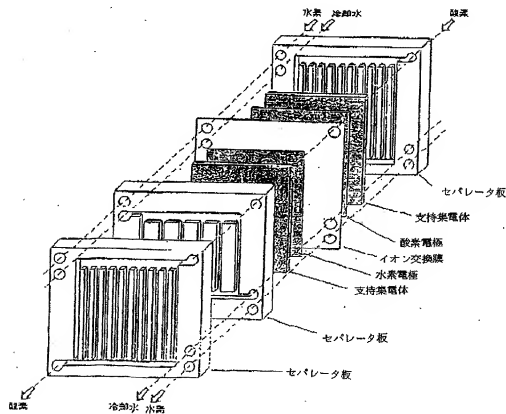
【図10】



【図11】



【図12】



(10)

特開平10-108305

フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁶

H02J 15/00

// B29L 31:08

識別記号

F I

H02J 15/00

A



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10108305 A**(43) Date of publication of application: **24.04.98**

(51) Int. Cl.

B60L 11/16
B60L 7/22
B60L 11/02
B60L 11/18
H02J 15/00
// B29L 31:08

(21) Application number: **08254313**(22) Date of filing: **26.09.96**(71) Applicant: **ISHIKAWAJIMA HARIMA HEAVY
IND CO LTD**(72) Inventor: **KOGA MINORU**(54) **HYBRID TYPE ELECTRIC VEHICLE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a hybrid type electric vehicle which can attain both compactification and operation of a generator with optimum efficiency by storing surplus power in a flywheel and replenishing power from the flywheel during running at a high speed for required power reduction.

SOLUTION: This electric vehicle is provided with a flywheel driving generator 13 for generating power by rotatively-driving a flywheel 12 or by this, an axle driving generator 16 for generating power by rotatively-driving an axle 5 or by its braking, a power generating device 11 (fuel cell is preferable) for generating driving electricity, and a power controller 17 for controlling the flywheel driving generator 13 and the axle driving generator 16. When vehicle driving power is larger than the generated output of the generating device 11, power is generated by the flywheel driving generator 13, and when the vehicle driving power is smaller than the generated output or at the time of braking the vehicle, energy is stored in the flywheel by surplus power and the generated output in braking.

